

## バスの加速度の違いが道路交通流に与える影響に関する基礎的研究

宇都宮大学 学生会員 ○遠藤大輔 宇都宮大学 正会員 長田哲平  
宇都宮大学 正会員 大森宣暁

### 1. はじめに

#### (1) 研究の背景と目的

近年、我が国全体のCO<sub>2</sub>排出量の約2割を占める運輸部門（自動車、船舶等）のCO<sub>2</sub>排出量削減に向けて次世代交通の導入が進められている<sup>1)</sup>。公共交通の分野においても各地で路線バスを電動化する動きがあり、栃木県宇都宮市では令和5年のLRT開業に伴い、バス路線において電動バスの導入を検討している。電動バスは既存のバスと比べ、環境性能、走行性能に優れている。環境性能では、ゼロエミッション、騒音の低減効果などが挙げられる。走行性能では、エンジンで走行するディーゼルバスに対し、電動バスは電気を充電した蓄電池の電力によりモータを動かすことで走行することから、エンジンに比べ、モータは最大トルクが高いため、馬力が強く、加速が良いとされている。しかしながら、電動バスは、一般車と混在する道路空間を走行することになるため、走行性能の違いが道路交通流に影響を与える可能性がある。

そこで本研究では、バスの加速度性能に着目し、車一台一台の挙動をミクロな視点で分析するマイクロ交通流シミュレーションを用いて、走行性能の違いが道路交通流に与える影響を明らかにすることを目的とする。

#### (2) 既存研究の整理

電動バスの走行性能に関する論文は多くある。徐ら<sup>2)</sup>は電動車両用のエコドライブパターンを導出し、電動車両は内燃機関よりも加速度が良く、強い発進加速を実施してもほとんど効率悪化を招かないということを明らかにした。秋山ら<sup>3)</sup>は電動自動車の車両構造及び走行性能について検討し、走行データをもとに平均加速度を算出した。また、マイクロ交通流シミュレーションを用いた次世代交通の導入に関する論文は存在し、三瀬ら<sup>4)</sup>はマイクロ交通シミュレーションを用いて現状の自動車交通の環境負荷を算出し、交通量、EV普及率、発電構成比に着目して次世代交通の環境負荷への影響を評価した。

以上より、マイクロ交通流シミュレーションを用いた次世代交通の環境面による導入効果はされているが、走行性能の違いが道路交通流に与える影響を評価した研究は十分に行われていない。そこで本研究では、加速度性能

をディーゼルバスと電動バスで変更し、マイクロ交通流シミュレーションを用いて道路交通流に与える影響を分析していく。特に車両の走行挙動を見ていくことで、電動バスの導入が周辺の道路交通流に与える影響を見ているのが特徴的である。

### 2. 研究概要

#### (1) 分析方法

本研究では、マイクロ交通流シミュレーションを用いた分析にあたり、(株)日立産業制御ソリューションズが開発した車両1台毎の挙動を考慮できるマイクロモデルを採用しているTRAFFICSSを用いた。TRAFFICSSでは各発生点の交通量、各交差点の分岐率、道路の制限速度や交差点の信号現示等を入力データとして用いることで、出力データとして断面交通量、滞留長、旅行時間等のデータが得られる。本研究では、出力データのうち、旅行時間を評価指標として分析を行っていく。

#### (2) 研究対象地域

本研究では、LRT開業に合わせてバス路線やフィーダーバスの導入が検討されている栃木県宇都宮市を対象とする。なお、フィーダーバスに導入される車両として電動バスを想定し、導入する路線として新設される駅東側循環線と清原工業団地内循環線を対象ルートとする<sup>4)</sup>。

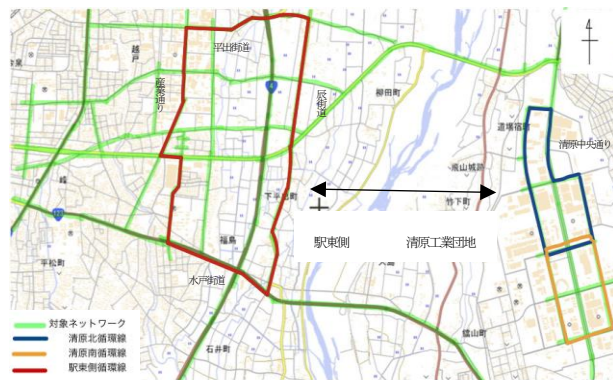


図1 対象ネットワーク

#### (3) 現況再現の評価

作成したシミュレーションモデルに発生交通量、分岐

キーワード ミクロ交通流シミュレーション 旅行時間 電動バス フィーダーバス 加速度

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学地域デザイン科学部 TEL028-689-6224 E-mail:plan@cc.utsunomiya-u.ac.jp

率, 制限速度, 信号現示等を入力し, 現況再現を行う。交通量調査から得られた交差点の各流入, 流出交通量とシミュレーション内で流れる断面交通量で相関を確認した。また, 二乗平均平方根誤差 (RMSE) による精度の検証も行い, シミュレーションの精度が高いことを確認した。RMSEは次の式で求められる。

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

( $y_i$ :観測値,  $\hat{y}_i$ :シミュレーション値,  $n$ :データの個数)

#### (4) シミュレーション条件

既存研究を参考に<sup>34)</sup>, TRAFFICSSの入力データにおいてバスの加速度性能を変更する。ディーゼルバス, 電動バスについてそれぞれエコドライブ走行, 通常走行と比較して加速度を設定した (表1)。なお, 普通自動車は4.8km/h/sで一律とする。シミュレーション時間は1時間とし, その間にバスは15分間隔で運行する。また, 各バス停での停止時間は20秒として, バス停は既設のバス停がある場合にはそのままとし, バス停距離が長い場合には新たに設置した。

表1 バス加速度データ

ディーゼルバス (エコドライブ)	ディーゼルバス (通常)	電動バス (エコドライブ, 通常)
2.0km/h/s	4.8km/h/s	7.4km/h/s

#### (5) ルートごとのバス旅行時間

本研究では, それぞれのルートで加速度を変更し, バスの旅行時間を計測した (表2)。

シミュレーションの結果, 加速度の数値が大きくなるほど, 当然のことながらバスの旅行時間は減少した。次に, ディーゼルバス通常走行から, 電動バス走行にしたときの減少率を算出した (表3)。その結果, 駅東側では他の2ルートと比べ, 減少率が少ない結果となった。これは, 駅東側は交通量自体が多いため, 信号での停止時間が長いこと, 走行する前の車が多く, バスの加速度の違いによる影響をあまり受けず, 旅行時間の差異が少なかったと考えられる。

表2 バスの旅行時間 (秒)

	ディーゼルバス (エコドライブ)	ディーゼルバス (通常)	電動バス (エコドライブ, 通常)
清原北	838	692	659
清原南	711	615	576
駅東側	2074	1904	1857

表3 バス減少率 (%)

減少率 (%)	
清原北	4.8
清原南	6.3
駅東側	2.5

#### (6) 周辺の交通流に与える影響

本研究では対象区間をいくつか設定し, バスの加速度

の違いが周辺の交通流に影響を与える可能性について旅行時間を用いて分析する。

一台一台の自動車の旅行時間を見ていくと, バス停での停止などバスの走行挙動に影響を受けている自動車は, バスの加速度性能の違いにより旅行時間が減少していることが分かった。

また, 出力データとして得られた車一台一台の旅行時間を平均し, 自動車の平均旅行時間を算出した (表3)。一車線の場合, バスの走行挙動に影響されている車が全体で見ると多いため, 平均旅行時間は減少した。一方で一車線でも産業通りは, 平均旅行時間はあまり変わらなかった。これは産業通りが渋滞していたためと考えられる。

二車線については, 全体で見るとバスの動きに影響を受けている自動車の数が少ないため, 平均旅行時間はあまり変わらなかった。

表4 対象区間における自動車平均旅行時間

	ディーゼルバス (エコドライブ)	ディーゼルバス (通常)	電動バス (エコドライブ, 通常)
平出街道 (一車線)	222	196	191
辰街道 (一車線)	387	365	356
産業通り (一車線)	188	186	184
清原中央 (二車線)	114	115	115
水戸街道 (二車線)	60	60	61

### 3. おわりに

本研究では, 栃木県宇都宮市を対象とし, バスの加速度性能が道路交通流に与える影響を, ミクロ交通流シミュレーションを用いて解析を行った。今後はLRT導入による自動車利用者の転換を考慮したシミュレーションを行い, 電動バスの導入と自動車利用者の転換が道路交通流に与える影響の分析を行う。

#### 参考文献

- 国土交通省: 電動バス導入ガイドライン, <https://www.mlit.go.jp/common/001265916.pdf>, 2018
- 徐天奇, 方亦園, 西脇大貴, 楊イ翔: 電気バス電費改善のための速度変化パターン最適化計算ならびに実車による検証  
自動車技術会 2021 年度学術研究講演会前刷集, F3, No. 4, pp.1-4(CD-R), 2022 年 3 月
- 秋山 孝正: 道路交通のスマート化に着目した統合的都市交通政策についての研究  
日交研シリーズ A-639 刊行: 2015 年 11 月
- 三瀬 遼太郎, 井原 雄人, 森本 章倫: 次世代交通の組み合わせに着目した交通環境負荷に関する研究, 日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.55 No.3, 2020 年 10 月
- 宇都宮市公式 WEB サイト「駅東側における公共交通再編成案 (令和 5 年 8 月 LRT 全線開業時) の概要」